

Rec'd PCT/PTO 14 JUL 2004

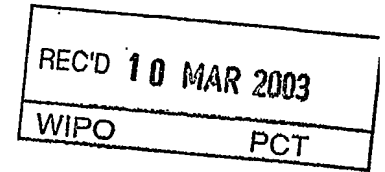
PCT/EP 03/00355

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

10/501615

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

102 01 738.7

**Anmeldetag:**

18. Januar 2002

**Anmelder/Inhaber:**

Ina Fischer , Mönchengladbach/DE

**Bezeichnung:**

Satellitengetriebe

**IPC:**

F 16 H 25/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Februar 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**

Im Auftrag

## Beschreibung

## Satellitengetriebe

Die Erfindung betrifft ein Satellitengetriebe mit einem Antriebs- und einem Abtriebselement, die durch Verschiebung in beliebige zueinander konzentrische oder exzentrische Lagen unterschiedliche Drehzahlübersetzungen ermöglichen und von denen eines als Ringscheibe mit einer Umfangsnut und das andere als Sternkörper mit Radialnuten ausgebildet ist, und mit Satelliten, die auf der Ringscheibe gekuppelt werden und mittels Übertragungsstiften das Drehmoment in den Sternkörper übertragen.

Nach der EP 0 708 896 B1 ist ein stufenlos oder quasi stufenlos verstellbares formschlüssiges Satellitengetriebe bekannt, das ein Antriebs- und ein Abtriebselement sowie mehrere einzelne Räder besitzt, die gemeinsam ein Satellitenrad darstellen, das mit einem Zentralrad in einer permanenten Formschlußverbindung steht. Werden das Verhältnis der wirksamen Radien des Satellitenrades und des Zentralrades und die gegenseitige exzentrische Lage des Satellitenrades und des Zentralrades zueinander durch geeignete Mittel variiert, wird in entsprechender Weise das Drehzahlverhältnis zwischen dem Antriebs- und dem Abtriebselement bestimmt. Die das Satellitenrad bildenden Räder durchlaufen bei exzentrischer Lage zu dem Zentralrad einen drehmomentübertragenden Lastweg und einen lastfreien Weg zyklisch, wobei die Räder einerseits um die Satellitenradachse und andererseits über eine richtungsgehaltete Kupplung nur in eine Richtung um ihre eigene Achse drehbar angeordnet sind. Beim Übergang vom lastfreien Weg zum Lastbogenweg übertragen die Räder durch Formschlußeingriff bei blockierter Eigenrotation das jeweils anliegende Drehmoment.

Eine Ungleichförmigkeit der Drehmomentübertragung wird durch Variation der durch den Lastbogen bestimmten Radien und/oder der wirksamen Tangentialkomponenten durch eine zyklische Regelung zumindest teilweise kompensiert. In einem konkreten Ausführungsbeispiel, das in dieser Druckschrift beschrieben wird, werden die Kupplungselemente auf dem Umfang des Antriebselementes angebracht und können auf der Abtriebsseite durch dort vorgesehene radiale Nuten unterschiedliche Laufradien einnehmen. Die Kupplungselemente werden dabei über verschiedene, richtungsgeschaltete Kraft- und/oder Formschlußwirkungen so in Eingriff gebracht, dass immer dasjenige Kupplungselement das Drehmoment übernimmt, das zur höchsten Winkelgeschwindigkeit im Abtriebsselement führt.

In der EP 1 003 984 B1 wird eine Weiterbildung eines solchen Getriebes mit Satelliten bzw. Klemmelementen beschrieben, die aus einem ein- oder mehrteiligen Grundkörper und aus einem ein- oder mehrteiligen Kontaktkörper bestehen, der in der drehmomentübertragenden Stellung in der Führung des Antriebselementes sperrend anliegt, wobei vorstehende Klemmkörperzapfen oder ein mit dem Klemmkörper verbundenes Element zweischnittig, d.h. jeweils zwei axial versetzte Teile aufweisend, in radialen Führungen des Abtriebsselementes angeordnet ist. Die Klemmelemente können nach einer weiteren dort beschriebenen Ausgestaltung auch Kontaktkörper mit einem unrunder Querschnitt aufweisen, wobei ein Flächenabschnitt der Kontaktkörper mit seinem Krümmungsradius etwa der Flächenkrümmung der Ringnutwandung der Ringscheibe angepaßt ist, mit der die genannten Flächenabschnitte der Kontaktkörper in der drehmomentübertragenden Stellung eine reibschlüssige flächige Anlage bilden, so daß die Hertz'sche Pressung minimiert wird, wobei das Verhältnis der Radien zwischen 0,6 und 1,4 liegen soll.

Nach einer weiteren Varianten der Erfindung, die Gegenstand der DE 199 53 643 A1 ist, wird eine formschlüssige Freilaufkupplung vorgeschlagen, bei der ein Hohl- oder Zahnrad einer Welle in Kupplungsrichtung in Eingriff gebracht wird mit Umlaufelementen, die mit der anderen Welle verbunden sind, wobei jedes der Umlaufelemente mit mehr als einem Zahn des Zahnrades in formschlüssige Verbindung gebracht wird. Die Umlaufelemente führen durch die drehmomentführende Umfangskraft am Übertragungsstift eine Dreh- oder Gleitbewegung aus, womit sie je nach Lastrichtung in Eingriff mit dem Zahnrad gebracht oder aus dem Eingriff mit dem Zahnrad gelöst werden.

Prinzipbedingt entstehen Ungleichförmigkeiten dadurch, daß sich die wirksamen Radien auch innerhalb des Lastbogens, jenem Kreissegment, in dem die Satelliten gekuppelt sind, ändern und damit Übersetzungsschwankungen verursachen.

Die unterschiedlichen Radien, welche die Übersetzungsschwankungen verursachen, sind begründet durch die Tatsache, daß der Satellit einerseits auf dem Umfang der Ringscheibe rotiert, andererseits jedoch mit dem Sternkörper in Formschluß der Radialnut verbunden ist. Deshalb führt der Übertragungsstift innerhalb des Lastbogens, also im verriegelten Zustand des Satelliten, eine radiale Gleitbewegung aus und ändert damit den wirksamen Radius der Übersetzung. Wenn das Getriebe so eingebaut ist, daß das Drehmoment von der Ringscheibe in den Sternkörper (eine Sternscheibe) übertragen wird, so ist prinzipbedingt der wirksame Radius in der Sternscheibe kleiner als der Laufradius in der Ringscheibe, da Satellitengetriebe stets ins Schnelle, d.h. zu höheren Drehzahlen, übersetzen und das Verhältnis der wirksamen Radien das Übersetzungsverhältnis bestimmt. Unterstellt man, daß zum Radienausgleich der Übertragungsstift innerhalb des Lastbogens bei einer bestimmten

Übersetzung einen Ausgleichsweg von z.B. 1 mm zurücklegen muß, so beträgt bei einem angenommenen Antriebsradius von 20 mm und einem Übersetzungsverhältnis von  $i = 2$  der Abtriebsradius 10 mm, womit der Ausgleichsweg mit 1 mm in Bezug auf den Abtriebsradius eine Veränderung von 10 % darstellt. Ein Ausgleich im Antriebsradius bewirkt, daß sich die genannte Änderung von 1 mm auf dem Antriebsradius nur mit 5 % bemerkbar macht, womit der negative Einfluß der relativen Radienveränderung halbiert werden würde. Ähnliche Überlegungen gelten für die Winkelabweichung der Umfangskräfte. Ohne ins Detail auf die Kinematik einzugehen, ergibt sich, daß die Ungleichförmigkeit erheblich reduziert werden kann, wenn der Radienausgleich in Bezug auf die Umfangsbahn des Antriebes und nicht auf die Umfangsbahn des Abtriebes erfolgt. Tatsächlich führt diese Kinematik bei einem Übersetzungsverhältnis von  $i = 2$  und bei  $i = 1$  zu einer vollständig gleichförmigen Übertragung und bei allen übrigen Übersetzungen zu minimierten Ungleichförmigkeiten.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die genannten Übersetzungsschwankungen ganz oder zumindest teilweise zu kompensieren.

Diese Aufgabe wird durch das Satellitengetriebe nach Anspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäß weist zur Reduzierung oder Eliminierung von Ungleichförmigkeiten durch Variation der durch den Lastbogen bestimmten wirksamen Radien jeder Satellit eine Radialnut auf, in der der Übertragungsstift innerhalb des Lastbogens zumindest im wesentlichen relativ zum Mittelpunkt der Ringscheibe führbar ist.

Vorzugsweise ist die Radialnut derart ausgestaltet, daß zumindest im wesentlichen keine Bewegung des Übertragungsstiftes in Richtung des Mittelpunktes des Sternkörpers möglich ist.

In einer ersten Ausführungsform sind die Radialnuten der Satelliten so lang, daß der gesamte Ausgleichsweg sowohl im Lastbogen als auch im Leerbogen in diesen Radialnuten ablaufen kann. Die Sternscheibe ist in diesem Fall eine Scheibe mit fest fixierten Übertragungsstiften, die in den Nuten auf den Satelliten radial gleiten und in Umfangsrichtung das Drehmoment übertragen.

In einer weiteren Ausführungsform ist die Radialnut der Satelliten nur so lang, daß der Ausgleich innerhalb des Lastbogens durch eine Gleitbewegung in dieser Radialnut erreicht wird und der Gleitweg innerhalb des Leerbogens in Nuten der Sternscheibe oder in Koppellementen oder sonstigen ähnlichen bekannten Übertragungsgliedern erfolgt.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß durch Wahl geometrischer Abmessungen und/oder wirksamer Reibungskoeffizienten der Übertragungsstift in den Nuten des Sternkörpers im Leerbogen, d.h. beim Durchlaufen des lastfreien Weges, leichter gleitet als in den Radialnuten, so daß die Gleitbewegung im Leerbogen in den Nuten des Sternkörpers erfolgt und im Lastbogen in den Nuten der Satelliten.

Vorzugsweise ist der Durchmesser des Übertragungsstiftes in dem Teil größer ausgebildet, der in der Nut des Sternkörpers geführt wird als in dem Teil, der in der Radialnut des Satelliten geführt wird.

Insbesondere ist erfindungsgemäß die Lastflanke der Nut des Sternkörpers durch Wahl der Reibungskoeffizienten und/oder

durch geometrische Konturgebung so ausgebildet, daß sie einen höheren Gleit- oder Rollwiderstand gegenüber den Kontaktflanken des Übertragungsstiftes oder etwaigen mit dem Übertragungsstift verbundenen Gleitsteinen aufweist als die Leerflanke und/oder in den Radialnuten des Satelliten umgekehrt die Lastflanke einen geringeren Widerstand aufweist als die Leerflanke. Eine Erhöhung des Gleitwiderstandes kann hierbei durch Verzahnungen des Stiftes und der Nut in der Sternscheibe zwischen den gegenüberliegenden Flankenseiten bewirkt werden, da der Übertragungsstift bzw. ein hiermit verbundener Gleitstein im Lastbogen stets an einer Seite und im Lehrbogen an der gegenüberliegenden Seite anliegt. Eine weitere Möglichkeit der Reibungskoeffizienten-Beeinflussung besteht darin, einen Gleitstein mit Hülсен unterschiedlicher Radien für je eine der beiden Radialnuten zu wählen, womit unter Last der Gleit- bzw. Rollwiderstand im gewünschten Sinne eingestellt wird.

Nach einer weiteren Variante wird der Übertragungsstift in einen Gleitstein gesteckt, der ähnlich wie ein Klemmkörper je nach Lastrichtung in einer der beiden Radialnuten verriegelt, so daß im Leerbogen bzw. im Lastbogen die Gleitbewegung in dem gewünschten Sinne erfolgt. Grundsätzlich ist auch möglich, mittels Koppel-elementen die Rotation dieser Koppel-elemente durch geeignete Mechanismen im Lastbogen zu behindern und so die Relativbewegung auf die Satellitennut zu verlagern.

Um sicherzustellen, daß der Gleitweg im Lastbogen zur Verfügung steht, wird vorzugsweise der Übertragungsstift über eine Anfederung in der Nut des Satelliten im Leerbogen so an einem Ende gehalten wird, daß diese Nut einen genügend freien Weg für den Radialausgleich im Lastbogen zur Verfügung hält. Über die Anfederung wird bewirkt, daß der Übertragungsstift innerhalb des Leerbogens in der Sternscheiben-Nut gleitet, da ihn

die Anfederung zunächst an einer Bewegung in der Satellitennut hindert. Sobald der Lastbogen erreicht wird, steigt die Umfangskraft sprungartig an, so daß der Satellit einkuppelt und das anliegende Drehmoment überträgt. Die Gleitbewegung des Übertragungsstiftes in der Sternscheibe erfährt nun eine erhöhte Reibung, wobei dieser Effekt durch geeignete Gestaltungsgebung zwischen Stift und Nut verstärkt werden kann, so daß der Gleitwiderstand in der Nut des Satelliten geringer wird als in der Sternscheibe.

Zwischen dem Übertragungsstift und der Radialnut der Satelliten bzw. der Sternscheibe kann erfindungsgemäß ein oder je ein Gleitstein angeordnet sein, der die Hertz'sche Pressung in einen Vollflächenkontakt umwandelt. Geeignete Gleitsteine sind beispielsweise in der EP 1 003 984 B1 beschrieben.

Alternativ ist es auch möglich, zur Reduzierung bzw. Eliminierung von Ungleichförmigkeiten des Satellitengetriebes Gleitsteine mit einer Geometrie oder einem Aufbau zu verwenden, die ähnlich wie Klemmkörper-, Klemmrollen- oder Sperrklinkenfreiläufe je nach Lastrichtung in den Radialnuten sperren oder gleiten, so daß der Lastrichtungswechsel beim Eintritt in den Lastbogen in eine Gleitbewegung umschaltet von der Satellitennut auf die Radialnut der Sternscheibe und umgekehrt beim Lastbogaustritt.

Die Radialnuten in der Sternscheibe können erfindungsgemäß auch über einen Anschlag verfügen, der einen variabel einstellbaren Mindestradius für jedes Übersetzungsverhältnis festlegt und so den Übertragungsstift zwingt, die Radialnut auf dem Satelliten innerhalb des Lastbogens zum geometrischen Ausgleich zu nutzen.



Nach den bisher nach dem Stand der Technik bekannten Ausführungsvarianten besaß die verwendete Sternscheibe geometrisch feststehende Radialnuten. Statt dessen ist es ebenso möglich, benötigte Radialnuten durch Führungselemente zu bilden, die derart auf einer Scheibe angebracht sind, daß eine Änderung der Breite der Radialnut je nach Lastrichtung der Übertragungsstifte möglich ist. Werden die Führungselemente zusammengeführt, verengt sich die hier zwischen gebildete Radialnut, so daß der Übertragungsstift einklemmbar ist und dessen Bewegung in der Nut verhindert wird. Entsprechendes gilt auch für Gleitsteine, die mit den Übertragungsstiften verbunden sind und im Lastbogen eingeklemmt werden um eine weitere Radialbewegung zu verhindern. Die Radialnuten des Sternkörpers können auch auf separaten Radialführungen angebracht sein, die eine Relativbewegung auf einer Scheibe ausführen können. Vorzugsweise sind die Radialführungen rotatorisch frei aufgehängt. Die Ansteuerung der Bewegung der Radialführungen erfolgt vorzugsweise über eine Nut 31 des Ringkörpers, dessen Position relativ zur exzentrischen Verschiebungsbewegung zur Übersetzungsregelung fixiert ist.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung besitzen die Satelliten die prinzipiell aus der DE 199 56 643 A1 bekannten Verzahnungen, die im Lastweg in eine entsprechende Verzahnung der als Hohlrad ausgebildeten Ringscheibe formschlüssig eingreift, wobei der Satellit beim Übergang vom Leerweg in den Lastbogen und umgekehrt eine jeweilige Schwenkbewegung ausführt. Um eine sichere Verriegelung zu schaffen, muß das auf den Satelliten wirkende Drehmoment bei vorstellbar ungünstigster Lage des Satelliten und bei schlechtester Schmierung stets größer sein als das Reibungsmoment, das sich aus der Reibungskraft und dem Abstand ergibt, den das erste miteinander in Eingriff kommende Zahnpaar von der Satellitendrehachse hat.

Weitere Ausführungsvarianten sowie hiermit gegebene Vorteile sind aus den Zeichnungen und den nachfolgenden Erläuterungen ersichtlich.

Es zeigen

- Fig. 1a            eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes Satellitengetriebe in einer Prinzipdarstellung,
- Fig. 1b            eine Schnittansicht entlang Linie A-A in Fig. 1,
- Fig. 1c            eine Detailansicht der Einzelheit B in Fig. 1a,
- Fig. 1d            eine Detailansicht der Einzelheit C in Fig. 1b und
- Fig. 1e und f      jeweilige Darstellungen eines erfindungsgemäßen Satelliten,
- Fig. 2a bis c      jeweils unterschiedliche Ansichten einer weiteren Satellitengetriebeausführungsform und
- Fig. 2d bis g      jeweilige Ansichten eines erfindungsgemäßen Satelliten,
- Fig. 3a und b      jeweilige perspektivische Ansichten einer Sternscheibe mit veränderbaren Radialnuten und
- Fig. 3c und d      jeweilige perspektivische Ansichten einer Ringscheibe,

Fig. 4                    eine prinzipielle Darstellung eines Satelliten in der Rotation zum Zahneingriff mit einer Ringscheibe in der Rotation zum Zahneingriff.

Das in Fig. 1 prinzipiell dargestellte Satellitengetriebe besitzt eine Ringscheibe 10, die als Hohlzscheibe mit einer Innenverzahnung 11 ausgeführt ist. Diese Ringscheibe 10 weist ferner eine Umfangsnut 12 auf, in der die Satelliten als Klemmelemente zirkular bewegt werden. Die Ringscheibe 10 soll als Antriebselement dienen. Als Abtriebselement ist eine Sternscheibe 13 mit Radialnuten 14 vorgesehen. Das anliegende Drehmoment wird über Satelliten 15 übertragen, die mit ihrer Verzahnung 17 im gekuppelten Zustand in die Verzahnung 11 der Ringscheibe formschlüssig eingreifen. Jeder Satellit wird über eine angeformte Führungskontur 18 in der Umfangsnut 12 geführt. Der weiterhin angeformte Stift 19 des Satelliten verhindert ein Umschlagen des Satelliten im entkuppelten Zustand, da er bei Erreichen eines bestimmten Winkels ebenfalls in der Nut 12 anläuft.

Die erfindungsgemäße Radialnut 20 im Satelliten erlaubt dem Stift 21 eine Ausgleichsbewegung radial zur Ringscheibe 10. Durch den unterschiedlichen Durchmesser des Stiftes 21 und der unterschiedlichen Breite der Nut 20 im Satelliten und der Nut 14 in der Sternscheibe rollt dieser leichter in der Radialnut 20 als in der Nut 14, insbesondere, wenn er unter Last an der Flanke der Nut 14 anliegt.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist es möglich, eine nicht dargestellte Anfederung zu verwenden, die den Stift 21 am Ende der Nut 20 in der gewünschten Endstellung, d.h. am Ende der Nut 20, festhält, so daß der Bewegungsraum zum Radialausgleich im Lastbogen zur Verfügung steht.

Fig. 2a bis c zeigen eine innere ortsfeste Scheibe 30 mit einer nockenartigen Nut 31, in der Kugeln 32 abrollen können, die das Lager für eine äußere rotierende Scheibe 33 bilden. Bohrungen 34 tragen Radialführungen 35, von denen nur eine von sechs vorgesehenen Führungen dargestellt ist, über Übertragungsstifte 37, die den Stiften 21 gemäß Fig. 1 entsprechen.

Radialnuten 36 sind mit den Übertragungsstiften 37 mit den nicht dargestellten Elementen der Antriebsscheibe im Eingriff. Die Radialführungen 35 können um die Übertragungsstifte 37 rotieren, wobei diese Rotation über Stifte 38 gesteuert wird, die in der nockenartigen Nut 31 geführt werden. Durch die gewählte Ausführungsform führen die Radialnuten stets an der gleichen Stelle, d.h. im Lastbogen, eine Korrekturbewegung als Rotation aus, so daß die Ungleichförmigkeit reduziert wird.

Nach einer weiteren, in Fig. 3a bis d dargestellten Ausführungsform ist der Sternkörper nicht mit geometrisch feststehenden Radialnuten ausgeführt, sondern besitzt statt dessen auf einer Scheibe 40 Führungselemente 41, die mit Klammern 42 verbunden sind und um Achsen 43 rotieren können. Die Lage dieser Achsen 43 zueinander und die Ausrichtung der Klammern 42 ist so gewählt, daß sich die zwischen den Führungselementen 41 gebildete Radialnut, in der Übertragungsstifte 52 der Satelliten 50 gleiten, verengt, sobald die Führungselemente 41 um die Achsen 43 in Drehrichtung des Getriebes rotieren. Diese Rotation wird durch Anschläge 44 begrenzt. Beim Eintritt in den Lastbogen kuppelt jeder Satellit 50, wobei die Lastrichtung wechselt, so daß die Führungselemente 41, die in Freilaufrichtung an einem der Anschläge 44 anliegen, um die Achsen 43 rotieren und dabei die Radialnut schmaler werden lassen. Da sich innerhalb der Radialnut der betreffende Übertragungsstift 52 befindet, wird dessen Rotation blockiert, sobald die

Nutbreite kleiner wird als der Durchmesser des Übertragungsstiftes, der gleichzeitig eingeklemmt wird, so daß damit seine weitere Radialbewegung gehindert ist. Die weitere Ausgleichsbewegung kann somit nur in der Nut 53 des Satelliten 50 erfolgen, so daß eine automatische Verlagerung der Ausgleichsbewegung beim Lastbogeneintritt erfolgt. Beim Austritt aus dem Lastbogen laufen die geschilderten Vorgänge analog in umgekehrter Richtung ab.

In einer Ausführung mit Koppeln wird die Rotation der Koppeln durch geeignete Mechanismen im Lastbogen behindert und so die Relativbewegung auf die Satellitennut verlagert.

Eine weitere Möglichkeit, Ungleichförmigkeiten zu minimieren, wird dadurch erreicht, daß die Radialnuten der Sternscheibe einzeln derart bei der Scheibe fixiert sind, daß sie eine Rotationsbewegung und auch eine kombinierte Rotations-Translations-Bewegung ausführen können. Diese Bewegung wird durch einen Führungsstift gesteuert, der in einer nockenförmigen Umfangsnut rotiert, die auf einer feststehenden Scheibe fixiert ist. Die Radialnuten führen damit die beschriebene Bewegung stets an einer ortsfesten Position aus in Relation zur Exzentrizität, also z.B. immer beginnend am Lastbogeneintritt und endend am Lastbogaustritt bzw. in der Nähe davon, so daß bei geeigneter Kontur der Nockennut eine Verringerung der Ungleichförmigkeit erreicht wird.

Die Relativbewegung in der Übertragung ist stets um so größer, je weiter außen in der Radialnut die Übertragungsstifte laufen, so daß über diesen Parameter der Einfluß des Nockens für jede Exzentrizität unterschiedlich ist, d.h., bei gleichen Nocken kann eine gute Anpassung für jedes denkbare Übersetzungsverhältnis erreicht werden.

Fig. 4 zeigt einen Satelliten 15 mit einem bestimmten Profil einer Verzahnung 17, die der Verzahnung 11 einer Ringscheibe angepaßt ist. Die Darstellung zeigt den Übergang vom Leerbogen in den Lastbogen, bei dem der Satellit 15 eine Schwenkbewegung gemäß Pfeil 22 ausführt. Die dargestellte Umfangskraft  $U$  wirkt in Pfeilrichtung über den exzentrischen Übertragungsstift 21 auf den Satelliten 15. Die Zahnkraft  $Z$  wirkt über den Kontakt der Verzahnung 17 des Satelliten mit der Verzahnung 11 der Ringscheibe in entgegengesetzter Richtung, so daß der Satellit 15 eine Rotation in Pfeilrichtung ausführt. Dieser Rotation wirkt die Reibungskraft  $R$  entgegen, die im Abstand  $a$  zur Drehachse wirksam wird und somit ein Drehmoment  $M_r = R \cdot a$  erzeugt.

Die Bedingung einer sicheren Verriegelung ist dann erfüllt, wenn das Drehmoment aus dem Kräftepaar  $U$  und  $Z$  unter allen Bedingungen, also bei ungünstigster Lage des Satelliten 15 und bei schlechtester Schmierung größer ist als das Reibungsmoment  $M_r$ . In diesem Fall nimmt der Satellit immer erst die volle Umfangskraft auf, wenn er im vollen Zahneingriff (Verzahnung 11, 17) anliegt und kann niemals auf der Zahnspitze belastet werden. Unter Berücksichtigung aller Kräfte und Drehmomente, also auch nicht dargestellter dynamischen Kräfte aus Zentrifugal- und Coriolis-Beschleunigungen, die bei hohen Winkelgeschwindigkeiten auf den Satelliten 15 und die Übertragungselemente wirken, sowie unter Berücksichtigung der ebenfalls nicht dargestellten Reibmomente im Übertragungsstift wird das Getriebe so ausgelegt, daß die Summe aller einriegelnden Momente (gemäß Pfeilrichtung 22) stets größer ist als die Summe der entgegengesetzten Drehmomente.

## Bezugszeichenliste

10	Ringscheibe
11	Innenverzahnung
12	Umfangsnut
13	Sternscheibe
14	Radialnuten
15	Satelliten
17	Verzahnung des Satelliten
18	angeformte Führungskontur
19	Stift
20	Radialnut im Satelliten
21	Stift
22	Pfeil (Fig. 4)
30	ortsfeste Scheibe
31	nockenartige Nut
32	Kugeln
33	rotierende Scheibe
34	Bohrungen
35	Radialführungen
36	Radialnuten
37	Übertragungsstifte
40	Scheibe
41	Führungselemente
42	Klammern
43	Achsen
44	Anschläge
50	Satelliten
51	Radialnut
52	Übertragungsstifte
53	Nut
60	Ringscheibe
61	Umfangsnut

## Patentansprüche

1. Satellitengetriebe mit einem Antriebs- und einem Abtriebs-  
element, die durch Verschiebung in beliebige zueinander  
konzentrische oder exzentrische Lagen unterschiedliche  
Drehzahlübersetzungen ermöglichen und von denen eines als  
Ringscheibe (10) mit einer Umfangsnut (12) und das andere  
als Sternkörper (13) mit Radialnuten (14) ausgebildet ist,  
und mit Satelliten (15, 35, 50), die auf der  
Ringscheibe (10) gekuppelt werden und mittels Übertra-  
gungsstiften (21, 52) das Drehmoment in den Sternkör-  
per (13) übertragen,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß zur Reduzierung oder Eliminierung von Ungleichförmig-  
keiten durch Variation der durch den Lastbogen bestimmten  
wirksamen Radien jeder Satellit (15, 35, 50) eine Radial-  
nut (20, 36, 51) aufweist, in der der Übertragungs-  
stift (21, 52) innerhalb des Lastbogens zumindest im  
wesentlichen relativ zum Mittelpunkt der Ringscheibe (10)  
führbar ist.
2. Satellitengetriebe nach Anspruch 1, gekennzeichnet, durch  
eine Radialnut (20, 36, 51) deren Lage zumindest im  
wesentlichen keine Bewegung des Übertragungsstiftes (21,  
52) in Richtung des Mittelpunktes des Sternkörpers (13)  
erlaubt.
3. Satellitengetriebe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß durch Wahl geometrischer Abmessungen  
und/oder Reibungskoeffizienten der Übertragungsstift in  
den Nuten (14) des Sternkörpers im Leerbogen, d.h. beim  
Durchlaufen des lastfreien Weges, leichter gleitet als in



den Radialnuten (20), so daß die Gleitbewegung im Leerbogen in den Nuten (14) des Sternkörpers (13) erfolgt und im Lastbogen in den Nuten (20) der Satelliten (15).

4. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Übertragungsstiftes (21) in dem Teil größer ist, der in der Nut (14) des Sternkörpers geführt wird, als in dem Teil, der in der Radialnut (20) des Satelliten geführt wird.
5. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lastflanke der Nuten (14) durch Reibpaarung und/oder Konturgebung einen höheren Gleit- oder Rollwiderstand gegenüber den Kontaktflanken des Übertragungsstiftes (21) oder den mit dem Übertragungsstift verbundenen Gleitsteinen aufweist als die Leerflanke und/oder in den Nuten (20) umgekehrt die Lastflanke einen geringeren Widerstand aufweist als die Leerflanke.
6. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Übertragungsstift (21) über eine Anfederung in der Nut (20) im Leerbogen so an einem Ende gehalten wird, daß die Nut (20) einen genügend freien Weg für den Radialausgleich im Lastbogen zur Verfügung hält.
7. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder je ein Gleitstein zwischen dem Übertragungsstift (21) und der Nut (14) und/oder der Nut (20) liegt, der die Hertz'sche Pressung in einen Vollflächenkontakt umwandelt.

8. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleitsteine eine Geometrie oder einen Aufbau aufweisen, so daß ähnlich wie Klemmkörper-, Klemmrollen- oder Sperrklinkenfreiläufe je nach Lastrichtung in den radialen Nuten sperren oder gleiten, so daß der Lastrichtungswechsel beim Eintritt in den Lastbogen die Gleitbewegung umschaltet von der Nut (14) auf die Nut (20) und umgekehrt beim Lastbogenaustritt.
9. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Radialnuten (14) in der Sternscheibe (13) über einen Anschlag verfügen, der einen variabel einstellbaren Mindestradius für jedes Übersetzungsverhältnis festlegt und so den Übertragungsstift (21) zwingt, die Radialnut (20) auf dem Satelliten innerhalb des Lastbogens zum geometrischen Ausgleich zu nutzen.
10. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Radialnuten durch Führungselemente (41) gebildet werden, die so angebracht sind, daß sich die Breite der Radialnut ändert, je nach Lastrichtung der Übertragungsstifte (52), die in den Radialnuten gleiten.
11. Satellitengetriebe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß sich die von den Führungselementen (41) gebildeten Radialnuten so in der Breite verringern, daß die Übertragungsstifte bzw. die mit den Übertragungsstiften verbundenen Gleitsteine im Lastbogen eingeklemmt werden und eine weitere Radialbewegung verhindert wird.
12. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Radialnuten (36) der

Sternscheibe (33) nicht auf der Scheibe fixiert, sondern auf separaten Radialführungen (35) angebracht sind, die eine Relativbewegung auf die Scheibe (33) ausführen können, die Ungleichförmigkeiten reduziert bzw. eliminiert.

13. Satellitengetriebe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Radialführungen rotatorisch frei aufgehängt sind und daß die Ansteuerungen der Bewegung der Radialführungen über eine Nut (31) erfolgt, die auf einem Bauteil angebracht ist, dessen Position relativ zur exzentrischen Verschiebungsbewegung der Übersetzungsregelung fixiert ist.
14. Satellitengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Satelliten (15) eine Verzahnung (17) aufweisen, die im Lastweg in eine entsprechende Verzahnung (11) der als Hohlrad ausgebildeten Ringscheibe (10) formschlüssig eingreift, wobei der Satellit (15) beim Übergang vom Leerweg in den Lastbogen und umgekehrt jeweils eine Schwenkbewegung ausführt.
15. Satellitengetriebe nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch eine Formgestaltung des Satelliten (15) durch die das beim Übergang vom Leerweg in den Lastbogen auftretende Drehmoment größer ist als das sich aus dem Produkt aus der Reibungskraft ( $R$ ) und dem Abstand ( $a$ ), den das erste miteinander in Eingriff kommende Zahnpaar von der Satellitendrehachse hat, ergebende Drehmoment ( $M_r$ ).

## Zusammenfassung

## Satellitengetriebe

Die Erfindung betrifft eine Ausgleichssteuerung, mit der Ungleichförmigkeiten von Satellitengetrieben ganz oder teilweise kompensiert werden könne, indem die Relativbewegung in den Übertragungselementen so geändert wird, daß radiale Bewegungen auch in zusätzlichen Nuten der Satelliten ermöglicht wird. In einer weiteren Führung werden die Übertragungsstifte nicht in einer festen Kontur in der Sternscheibe geführt, sondern die Nuten der Sternscheibe sind beweglich und werden in einer gesteuerten Bahn so geführt, daß sie eine Ausgleichsbewegung ausführen, die den Gleichförmigkeitsgrad des Getriebes erhöht.

